

Mieczysław Borowik, Andrzej Biskupski, Piotr Rusek

Instytut Nawozów Sztucznych w Puławach

AKTUALNE TENDENCJE W STOSOWANIU NAWOZÓW PŁYNNYCH

Wstęp

Składniki pokarmowe mogą być dostarczane roślinom w postaci nawozów zarówno stałych, jak i płynnych. Nawozy płynne stanowią istotną część ogółu nawozów zużywanych na świecie (10, 21), jak też i w Polsce (12). Ze względu na postać fizyczną dzieli się je na nawozy płynne klarowne i nawozy zawiesinowe. Głównymi zaletami nawozów płynnych w stosunku do nawozów stałych są niższe koszty ich wytwarzania. Technologia ich produkcji jest bardziej przyjazna dla środowiska naturalnego i zdrowia ludzi dzięki mniejszemu pyleniu podczas procesów wytwarzania i aplikacji. Równomierność rozprowadzania ich na polu jest lepsza w porównaniu z nawozami stałymi dzięki niesegregowaniu składników, a ponadto możliwa jest całkowita mechanizacja prac magazynowych i aplikacyjnych. Dodatkową zaletą jest to, że na glebach silnie wapiennych efektywność nawozów płynnych fosforowych jest znacznie wyższa w porównaniu z nawozami stałymi (13).

Charakterystyka nawozów ciekłych klarownych

W nawozach klarownych składniki nawozowe występują w postaci całkowicie rozpuszczonej w wodzie. Do nawozów klarownych należą: roztwory saletrano-mocznikowe (RSM), wodny roztwór mocznika, woda amoniakalna, ciekły amoniak, wieloskładnikowe nawozy płynne NPK oraz roztwory mikroelementów, soli wapnia, magnezu, sodu i potasu (17). Wytwarzane są przez rozpuszczenie w wodzie surowców nawozowych, mają one wygląd przejrzystych klarownych cieczy. Mogą zawierać znaczne ilości azotu i fosforu, ale charakteryzują się ograniczoną zawartością potasu.

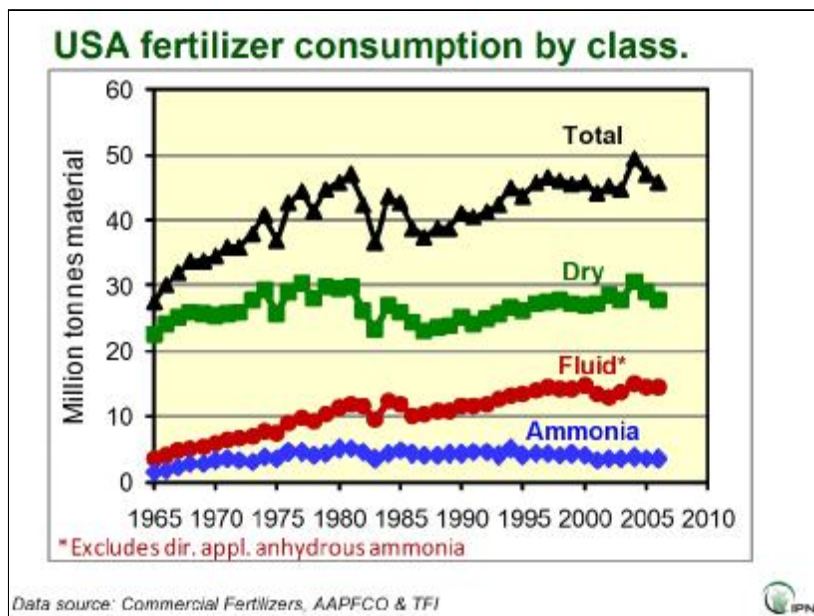
Charakterystyka nawozów zawiesinowych

Nawozy zawiesinowe oprócz składników rozpuszczonych zawierają składniki pokarmowe także w postaci cząstek stałych zawieszonych w roztworze. W celu przeciwdziałania sedymentacji cząstek stałych konieczne są zwykle dodatki stabilizujące zawiesinę, takie jak glinki atapulgitowe i bentonity. Nawozy zawiesinowe charakteryzują się około dwukrotnie wyższą koncentracją składników nawozowych w porówna-

niu z nawozami klarownymi, gdyż nie ma ograniczeń wynikających z rozpuszczalności, co jest szczególnie istotne dla potasu. Oprócz wyższej koncentracji składników inną ich zaletą jest możliwość stosowania do produkcji tańszych surowców, o mniejszej czystości, tj. produktów ubocznych lub odpadowych. Wadami nawozów zawieszonych w stosunku do nawozów płynnych są ograniczony czas przechowywania ze względu na powolną sedimentację cząstek stałych oraz wynikająca z tego konieczność ich wytwarzania w pobliżu miejsca stosowania.

Produkcja i zużycie nawozów płynnych na świecie

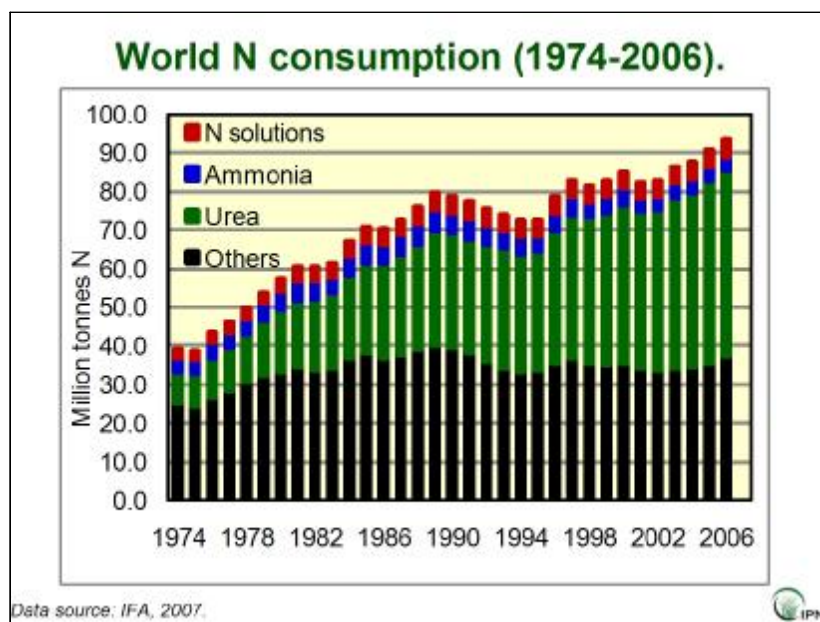
Nawozy płynne zyskały największą popularność w USA. Stosowanie nawozów płynnych w USA rozpoczęło się w latach 50., gdzie na dużą skalę zaczęto stosować do bezpośredniego nawożenia ciekły amoniak – najtańszy i najbardziej skoncentrowany nawóz azotowy, zawierający 82% azotu. Na początku lat 70. firma TVA opracowała ekonomiczny proces wytwarzania roztworów polifosforanów amonu (NP 10-34, NP 11-37) przy użyciu reaktora rurowego. Doprowadziło to do rozwoju produkcji płynnych nawozów wieloskładnikowych NPK zarówno klarownych, jak i zawieszonych (10); (rys. 1). Obecnie zużycie nawozów płynnych w USA, łącznie z ciekłym amoniakiem, wynosi około 20 mln t/rok, a ich udział we wszystkich nawozach stanowi 38,5% (13). W latach 2004–2006 największe zużycie w rolnictwie USA miały: ciekły amoniak około 4 mln t/rok, roztwory UAN około 2,9 mln t/rok oraz roztwory polifosforanów amonu (APP) 1,5 mln t/rok (0,5 mln t P_2O_5); (13). Płynne nawozy mieszane



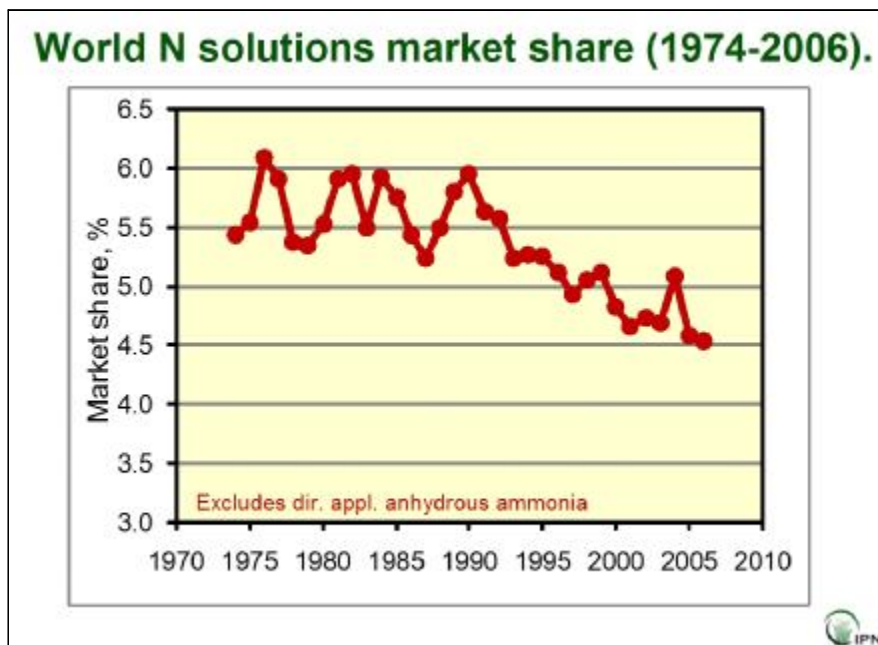
Rys. 1. Zużycie różnych form nawozów w USA (z wyłączeniem ciekłego amoniaku)
Źródło: Fixen i in., 2008 (13).

NPK (klarowne i zawieszinowe) wytwarzane są w USA w ostatnich latach w ilości ponad 5 mln t/rok. Popularnością cieszą się tam też roztwory saletrzano-mocznikowe (RSM), które zaspokajają 25% zapotrzebowania na azot, a roztwór polifosforanu amonu zaspokaja około 10% zapotrzebowania na fosfor (13). W warunkach australijskich, gdzie występują w dużej ilości gleby wapienne i alkaliczne, nawożenie fosforem w postaci płynnej odznacza się zdecydowanie wyższą efektywnością w porównaniu z nawożeniem nawozami stałymi (13).

W Europie Zachodniej nawozy płynne, głównie roztworów RSM, stanowią około 10% rynku nawozów azotowych. W skali świata zużycie azotu w postaci RSM stanowiło, w zależności od okresu, od około 5 do 6% (rys. 2). W okresie od roku 1995 do 2010 obserwuje się niewielki spadek udziału RSM w zużyciu azotu do około 4,5% (rys. 3). Wzrasta jednocześnie zainteresowanie nawozami RSM z dodatkiem siarki, szczególnie w postaci tiosiarczanu amonu ATS (17). Płynny roztwór ATS dodawany do RSM zawiera 12% N i 26% S. ATS jest źródłem siarki i azotu, a ponadto hamuje urolizę mocznika w glebie, podobnie jak inhibitory urolizy (np. NBPT), przez co zwiększa się wykorzystanie azotu przez rośliny.



Rys. 2. Zużycie nawozów azotowych na świecie w latach 1974–2006
Źródło: Fixen i in., 2008 (13).



Rys. 3. Udział nawozów płynnych azotowych (z wyłączeniem ciekłego amoniaku) w rynku azotu na świecie w latach 1974–2006

Źródło: Fixen i in., 2008 (13).

Produkcja i zużycie nawozów płynnych w Polsce

W Polsce z nawozów płynnych w największych ilościach produkuje się i stosuje nawozy płynne azotowe typu RSM, zawierające od 28 do 32% azotu w formie mocznika i azotanu amonu. Obecne krajowe zdolności produkcyjne wynoszą około 1 mln t/r. (14). Rolnictwo zużywa obecnie około 180-200 tys. t/rok RSM, z tego około 95% pochodzi z produkcji Zakładów Azotowych w Puławach. Udział roztworów RSM w zużyciu azotu w Polsce wynosi około 6% i ma tendencję wzrostową.

Produkcja i zużycie nawozów zawieszinowych w Polsce jest niewielkie i wynosi około 5 tys. t/rok, co stanowi poniżej 1% całkowitego zużycia wszystkich nawozów NPK. Nawozy zawieszinowe wytwarzane są w jedynej w kraju Stacji Nawozów Płynnych zlokalizowanej w Łagiewnikach Średzkich, należącej do Instytutu Nawozów Sztucznych w Puławach (6, 7). Zdolność produkcyjna tej wytwórni wynosi około 8 tys. ton nawozów na rok, co pozwala na zaopatrzenie gospodarstw rolnych o powierzchni kilkunastu tysięcy ha.

Dużą popularnością cieszą się w kraju nawozy płynne klarowne dolistne, zwane koncentratami magnezowo-azotowo-mikroelementowymi, a także wieloskładnikowe nawozy NPK z mikroskładnikami. Produkowane są one przez wiele firm krajowych, z których największe to: Intermag, Ekoplón, Instytut Nawozów Sztucznych (INS), ADOB. Brak jest danych statystycznych odnośnie wielkości produkcji tego typu na-

wozów w kraju, lecz szacunkowa wielkość ich produkcji, według INS, wynosi ponad 10 tys. m³/rok, a liczba producentów krajowych szacowana jest na ponad 50.

Sposoby aplikacji nawozów płynnych

Ze względu na sposób aplikacji nawozy płynne można podzielić na nawozy: do stosowania do/na glebę (doglebowe), do oprysków dolistnych oraz nawozy do fertygacji, czyli nawożenia z nawadnianiem.

Nawozy płynne doglebowe

Do nawozów płynnych doglebowych stosowanych w dużych ilościach w kraju zalicza się RSM oraz produkowane w Instytucie Nawozów Sztucznych nawozy zawieszinowe PK i NPK. RSM stosuje się na powierzchnię gleby przedsięwnie lub pogłównie. Do aplikacji pogłówniej na glebę stosuje się opryskiwacze grubokropliste lub opryskiwacze zaopatrzone w węże rozlewowe. Szczegółowe informacje o zasadach stosowania RSM w różnych uprawach rolniczych dostępne są na stronie internetowej Zakładów Azotowych „Puławy” S.A. (23).

Drugim typem nawozów doglebowych płynnych są nawozy zawieszinowe. W stosunku do nawozów klarownych posiadają one szereg zalet, a do najistotniejszych należy zaliczyć:

- wyższą zawartość składników nawozowych niż w nawozach płynnych klarownych (wskutek braku ograniczenia w postaci rozpuszczalności wszystkich składników),
- możliwość użycia do produkcji nawozów zawieszinowych surowców o mniejszej czystości niż przy produkcji płynnych nawozów klarownych (dotyczy to zwłaszcza surowców fosforowych, gdyż przy sporządzaniu nawozów klarownych nie można stosować nieoczyszczonego kwasu fosforowego ekstrakcyjnego, wytwarzanych na dużą skalę fosforanów amonowych, ani też fosforanów wapniowych); (16),

Tabela 1

Charakterystyka nawozów zawieszinowych produkowanych przez Stację Nawozów Płynnych INS w Łągowicach Średzkiej

Lp.	Składniki odżywcze N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (%)	Formuły	Suma składników N + P ₂ O ₅ + K ₂ O	Rośliny uprawne	Termin stosowania
1.	3-9,5-12,5	1-3-4	25	rzepak, jęczmień, pszenica ozima	jesień
2.	6-9,5-12,5	2-3-4	28	zboża jare	wiosna
3.	9,5-9,5-9,5	1-1-1	28,5	burak cukrowy, kukurydza	wiosna
4.	16-10-0	1,6-1-0	26	różne rośliny	wiosna
5.	0-10-15	0-1-1,5	25	różne rośliny	jesień

Źródło: Anonim, 2009 (1).

- możliwość wykorzystania do ich produkcji odpadów (4, 6, 7, 24).

Nawozy zawiesinowe posiadają też pewne wady, do których można zaliczyć:

- ograniczony czas przechowywania wskutek osiadania zawiesin,
- konieczność wytwarzania nawozów zawiesinowych w pobliżu miejsca ich stosowania (np. w stacjach, a nie w zakładach produkujących nawozy); (25),
- konieczność stosowania dodatków stabilizujących zawiesiny (8).

Zużycie RSM w Polsce w ostatnich latach ma tendencję wzrostową, zaś zużycie nawozów zawiesinowych podlega pewnym fluktuacjom.

Nawozy dolistne do nawożenia pozakorzeniowego

Płynne nawozy klarowne produkowane są w kraju przez kilku producentów. Instytut Nawozów Sztucznych opracował wiele nawozów tego typu i jest także ich producentem pod nazwą INSOL. Ze względu na skład i przeznaczenie można je podzielić na następujące grupy (5):

- chlorkowe koncentraty magnezowo-azotowo-mikroelementowe,
- bezchlorkowe koncentraty magnezowo-azotowo-mikroelementowe,
- nawozy NPK, PK z mikroelementami do stosowania dolistnego i fertygacji,
- nawozy wapniowe z mikroelementami,
- nawozy azotowe z mikroelementami i tytanem,
- chelaty mikroelementowe (pojedyncze i zestawy).

Chlorkowe koncentraty magnezowo-azotowo-mikroelementowe przeznaczone do stosowania z roztworami mocznika i siarczanu magnezu charakteryzują się wyższą zawartością mikroelementów i magnezu w porównaniu z koncentratami bezchlorkowymi o podobnej temperaturze początku wysalania składników. Mikroskładniki pokarmowe (Fe, Mn, Zn, Cu) w nawozach dolistnych występują z reguły w postaci kompleksów i chylatów, co zapewnia większą stabilność nawozów podczas przechowywania i większą przyswajalność mikroskładników pokarmowych. Jako czynniki kompleksujące najszerzej stosuje się sole kwasu cytrynowego, a jako czynniki chelatujące sole kwasów EDTA, DTPA, HEEDTA. Charakterystykę wybranych nawozów produkowanych w INS o nazwach INSOL przedstawiono w tabelach 2 i 3.

Ważną grupę stanowią nawozy wapniowe służące do likwidacji chorób fizjologicznych spowodowanych niedoborem wapnia i do poprawy jakości owoców i warzyw. INS produkuje dwa nawozy z wapniem o nazwach INSOL Ca i INSOL Wap. Insol Wap oprócz funkcji dostarczania wapnia roślinom posiada także własności konserwujące, przez co poprawia własności przechowalnicze owoców i warzyw (5).

Aplikacja nawozów dolistnych w odpowiednim rozcieńczeniu przeprowadzana jest przy użyciu standardowych opryskiwaczy drobnokroplistych.

Z nowości odnośnie nawożenia dolistnego należy wymienić nawozy japońskie o nazwie Pentakeep, zawierające oprócz makro- i mikroskładników kwas 5-amino-lewulinowy (5-ALA). Kwas 5-ALA jest prekursorem chlorofilu, efektem jego zastosowania jest zwiększenie intensywności fotosyntezy u roślin (20). Nowością jest także zastosowanie dodatku fosforu do nawozów płynnych w postaci fosforynów o własnościach fungicydowych, stymulujących odporność roślin przeciwko infekcjom grzy-

Tabela 2

Charakterystyka chlorkowych koncentratów magnezowo-azotowo-mikroelementowych INSOL

Nazwa nawozu	Skład (% masy)	Gęstość (kg/dm ³)	Temperatura początku krystalizacji (°C)	Sposób aplikacji/roślina uprawna	Uwagi/własności
INSOL 3	N 11,5 Mg 2,84 B 0,28 Cu 0,56 Fe 1,2 Mn 1,68 Mo 0,01 Zn 1,12	1,31	-15	dolistny/zboża	mikroelementy w postaci chelatów cytrynianowych
INSOL 4	Mg 4,0 B 0,5 Cu 0,1 Fe 0,35 Mn 0,65 Mo 0,006 Zn 0,35	1,32	-15	dolistny/burak cukrowy	mikroelementy w postaci chelatów cytrynianowych
INSOL 6	Mg 5,0 B 0,50 Cu 0,10 Fe 0,4 Mn 0,73 Mo 0,001 Zn 0,30	1,25	-15	dolistny/strączkowe	mikroelementy w postaci chelatów cytrynianowych pH =5,0
INSOL 7	N 15,0 B 0,5 Cu 0,5 Mn 1,1 Zn 1,5	1,17	-10	dolistny/ziemniak	posiada działanie ochronne przeciw zarazie ziemniaka i alternariozie, pH =10,4

Źródło: Anonim, 2009 (2).

bowym (*Phytophthora*) i wzrost roślin (18). Opryski roztworami mocznika również ograniczają rozwój chorób grzybowych. W sadownictwie jesienny oprysk sadów jabłoniowych 5% roztworem mocznika redukuje występowanie parcha na liściach jabłoni w roku następnym o 80-90% (21).

Nawozy płynne do fertygacji

Fertygacja, czyli nawożenie połączone z nawadnianiem jest obecnie powszechnie stosowana w Polsce w uprawach warzyw i kwiatów pod osłonami, ale także znajduje coraz szersze zastosowanie w sadownictwie, w uprawach roślin jagodowych oraz w sadach karłowatych. Do fertygacji mogą być stosowane zarówno nawozy stałe, jak i płynne pojedyncze lub kompleksowe. Warunkiem jest bardzo niska zawartość substancji nierozpuszczalnych w wodzie, aby nie następowało zatykanie instalacji nawodnieniowej. Instytut Nawozów Sztucznych w Puławach jest producentem płynnych

Tabela 3

Charakterystyka nawozów wapniowych INSOL z mikroelementami

Nazwa nawozu	Skład (% masy)	Gęstość (kg/dm ³)	Temperatura początku krystalizacji (°C)	Sposób aplikacji/ roślina uprawna	Uwagi/własności
Insol Ca	N 10,0 Ca 10,0 Mg 1,2 B 0,02 Mn 0,1 Zn 0,02	1,50	-15	dolistny/jabłonie, pomidor, papryka, kapustne	zapobiegania chorobom fizjologicznym spowodowanym niedoborem wapnia
Insol Wap	Ca 10,0 B 0,05 Cu 0,01 Mn 0,1 Zn 0,05	1,26	-1	dolistny/jabłonie, pomidor, papryka, kapustne	przeciwko niedoborom wapnia, nie zawiera azotu, ogranicza infekcje mikrobiologiczne podczas przechowywania owoców

Źródło: opracowanie własne.

nawozów kompleksowych NPKMg z mikroelementami do fertygacji warzyw szklarniowych (ogórek, pomidor, papryka) o nazwach ISOMIX O i ISOMIX P, a także nawozu INSOL pH przeznaczonego do fertygacji roślin wrzosowatych, w tym borówki wysokiej. Wymienione nawozy z reguły muszą być uzupełniane nawozami prostymi, takimi jak kwas azotowy i saletra wapniowa oraz ewentualnie siarczany magnezu. W ostatnich latach rozwinęła się w kraju produkcja płynnych nawozów pojedynczych stosowanych głównie do fertygacji, takich jak: saletra wapniowa w postaci roztworu o stężeniu 50% oraz azotan magnezu o stężeniu 37%. Główni producenci tych nawozów to Zakłady Chemiczne Złotniki oraz Zakłady Chemiczne Alwernia.

Podsumowanie

Nawozy płynne, klarowne i zawieszinowe, stanowią istotną część ogółu nawozów używanych na świecie, jak też i w Polsce. Zyskały one największą popularność w USA, gdzie ich zużycie, łącznie z ciekłym amoniakiem, wynosi w około 20 mln t/rok, a ich udział w zużyciu wszystkich nawozów jest ustabilizowany od szeregu lat i stanowi około 40%. Azot w formie RSM zaspokaja około 25% zapotrzebowania, a polifosforan amonu zaspokaja około 10% zapotrzebowania rynku na fosfor. W Polsce z nawozów płynnych w największych ilościach produkuje się i stosuje nawozy płynne azotowe typu RSM. Obecne krajowe zdolności produkcyjne RSM wynoszą około 1 mln t/rok. Rolnictwo krajowe zużywa obecnie około 200 tys. t/rok RSM, co stanowi około 6% zapotrzebowania na azot w Polsce i ma tendencję wzrostową. Produkcja i zużycie nawozów zawieszinowych NPK Polsce nie są duże i wynoszą około 5 tys. t/rok.

Stanowi to poniżej 1% całkowitego zużycia wszystkich nawozów NPK. Dużą popularność w kraju zdobyły nawozy płynne klarowne, przeznaczone głównie do stosowania dolistnego. Produkowane są one przez wiele firm krajowych, z których największe to: Intermag, Ekoplon, Instytut Nawozów Sztucznych, ADOB, Inco Veritas. Szacunkowa wielkość produkcji tych nawozów w skali kraju wynosi łącznie ponad 10 tys. m³/rok, a liczba producentów krajowych szacowana jest na ponad 50.

Literatura

1. Anonim, 2009a. <http://www.ins.pulawy.pl/PL/index.php/content/view/123/124/>.
2. Anonim, 2009b. <http://www.ins.pulawy.pl/PL/index.php/content/view/119/120/>.
3. Biskupski A., Malczewski Z., Borowik M., Malinowski P.: The possibility of industrial wastes utilization during the production process of suspension fertilizers. Chemistry for Agriculture, Prague-Brussels-Stockholm, Czech-Pol Trade, 2003, **4**: 89-94.
4. Biskupski A., Malinowski P., Borowik M., Malczewski Z.: Waste magnesium salts as components of suspension fertilizers. Chemistry for Agriculture, 7, Prague-Brussels, Czech-Pol-Trade, 2006, **7**: 706-709.
5. Borowik M., Biskupski A., Rusek P., Schab S., Wójcik P.: Płynny nawóz wapniowy z minimalną zawartością azotu i chlorków. Informacja techniczna, Przem. Chem., t. 88, 2009, **5**: 400-401.
6. Borowik M., Biskupski A., Winiarski A., Malczewski Z.: Technologia i własności nawozów dolistnych Insol wytwarzanych w Instytucie Nawozów Sztucznych w Puławach. Acta Agroph., 2003, **85**: 347-355.
7. Borowik M., Malczewski Z., Biskupski A.: Technologia i właściwości nawozów płynnych wytwarzanych w Instytucie Nawozów Sztucznych w Puławach. Przem. Chem., 2003, **82**: 8-9.
8. Dankiewicz M., Malczewski Z., Gruszeczek W.: Pierwsza w kraju Doświadczalna Stacja Produkcji i Aplikacji Nawozów Zawiesinowych. Przem. Chem., 1993, **72(2)**: 51-54.
9. Dankiewicz M., Sas J., Malczewski Z.: Technologia otrzymywania nawozów zawiesinowych. Mat. I Kongresu Technologii Chemicznej, Politechnika Szczecińska, Szczecin, 1995, 359-362.
10. Dowdle S.: Fluid fertilizers. <http://www.fertilizer.org/ifa/Home-Page/LIBRARY/Publication-database.html/Fluid-Fertilizers.html>. 2000.
11. Dworkiewicz J.: 2008. http://www.agroniwa.pl/files/lar_5_2008.pdf
12. FAO, 2003. Fertilizer Use by Crop in Poland. <http://www.fao.org/docrep/005/Y4620E/y4620e00.HTM>
13. Fixen P., Leikam D.: Fluid fertilizers, 2008 and Beyond, 2008.
14. [http://www.potafos.org/ppiweb/pnapro.nsf/926048f0196c9d4285256983005c64de/24d9f9aeb82100d4852574ad00526004/\\$FILE/Fixen_Brazil.ppt](http://www.potafos.org/ppiweb/pnapro.nsf/926048f0196c9d4285256983005c64de/24d9f9aeb82100d4852574ad00526004/$FILE/Fixen_Brazil.ppt)
15. Górecki H. J., Biskupski A.: Production and consumption of fertilizer in Poland. Bibl. Fragm. Agron., 1998, **3**: 19-34.
16. Górecki H.: Wpływ nawozów i nawożenia na środowisko. Przem. Chem., 2002, **81/10**: 635-643.
17. Hoffmann J., Górecki H.: Nawozy zawiesinowe - nowa ekologiczna generacja nawozów rolniczych i ogrodniczych. Przem. Chem., 1995, **74**: 87-91.
18. Leikam D.: <http://www.agronomy.ksu.edu/extension/DesktopDefault.aspx?tabid=33#Fluid>. 2009.
19. Lovatt C. J., Mikkelsen R. L.: 2006, [http://www.ipni.net/ppiweb/bcrops.nsf/\\$webindex/3EF696A6E5851563852572140026EACD/\\$file/06-4p11.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/bcrops.nsf/$webindex/3EF696A6E5851563852572140026EACD/$file/06-4p11.pdf)

20. Ł y s i a k G.: <http://www.agroniwa.pl/files/haslo5-2007.pdf>. 2007.
21. M e s z k a B., B i e l a n i n A.: Mocznik w sadach jabłoniowych jesienią. *Owoce Warzywa Kwiaty*, 2009, **18**: 39-41.
22. P a l g r a v e A.: *Fluid fertilizer science and technology*. Marcel Dekker, Inc., New York - Basel, Hong Kong, 1991, 33-49.
23. P o p ł a w s k i Z.: http://www.zapulawy.pl/attach/RSM_instrukcja.pdf. 2005.
24. R u s e k P., B i s k u p s k i A., B o r o w i k M.: Badania nad otrzymywaniem nawozów zawieszonych z odpadowych fosforanów z produkcji polieterów. *Przem. Chem.*, 2009, **88(5)**: 563-564.
25. R u s e k P., B i s k u p s k i A., B o r o w i k M., H o f f m a n n J.: Rozwój technologii wytwarzania nawozów zawieszonych. *Przem. Chem.*, 2009, **88(12)**: 1332-1335.

Adres do korespondencji:

dr inż. Mieczysław Borowik
Instytut Nawozów Sztucznych
Al. 1000-lecia Państwa Polskiego 13A
24-110 Puławy
tel.: (81) 473-14-56
e-mail: mieczyslaw.borowik@ins.pulawy.pl